

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-17851

(P2003-17851A)

(43)公開日 平成15年1月17日(2003.1.17)

(51)IntCl. ⁷	識別記号	F I	テームコード*(参考)
H 0 5 K 3/46		H 0 5 K 3/46	H 4 E 3 5 1
			N 4 G 0 5 5
B 2 8 B 11/00		1/02	G 5 E 3 1 7
H 0 1 L 23/12		1/09	C 5 E 3 3 8
H 0 5 K 1/02		3/00	J 5 E 3 4 6
審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 16 頁) 最終頁に続く			

(21)出願番号 特願2001-199253(P2001-199253)

(22)出願日 平成13年6月29日(2001.6.29)

(71)出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72)発明者 原田 英幸

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

(72)発明者 川上 弘倫

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

(74)代理人 100085143

弁理士 小柴 雅昭

最終頁に続く

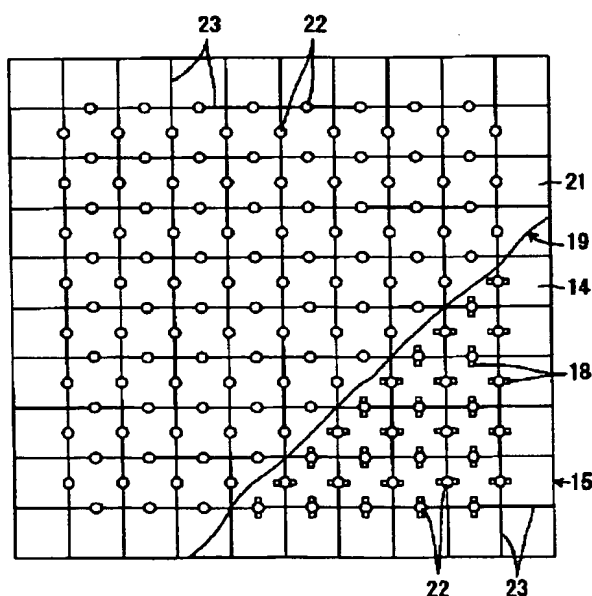
(54)【発明の名称】 多層セラミック基板の製造方法

(57)【要約】

【課題】 無収縮プロセスおよび多数個取りの双方を採用して多層セラミック基板を製造するにあたって、焼結後の多層集合基板から複数の多層セラミック基板を得るための分割工程をより円滑に行なえるようにするとともに、外部端子電極を良好な状態で能率的に形成できるようにする。

【解決手段】 生の多層集合基板15およびこれを挟むように配置されている収縮抑制層19を備える、生の複合積層体11を作製するにあたって、分割線上であって、導体18を分断するように、貫通孔22を設けるとともに、分割線に沿って切り込み溝23を設ける。焼成後、収縮抑制層19を除去した後、多層集合基板15を貫通孔22および切り込み溝23に沿って分割して得られた多層セラミック基板の側面には、分断された貫通孔22の内面上に外部端子電極となる導体18の一部が露出している。

11



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の積層されたセラミック層を備える、多層セラミック基板を製造する方法であって、セラミック絶縁材料粉末を含みかつ焼成されることによって複数の前記セラミック層となる複数のセラミックグリーン層を有する生の多層集合基板を備え、焼成後において所定の分割線に沿ってそれぞれ分割されることによって複数の前記多層セラミック基板を取り出すことができるようにされていて、前記セラミック絶縁材料粉末の焼結温度では焼結しない無機材料粉末を含む収縮抑制層が前記生の多層集合基板を積層方向に挟むように配置され、少なくとも前記生の多層集合基板には、その積層方向にそれぞれ貫通する複数の貫通孔が前記分割線上に設けられている、生の複合積層体を作製する工程と、前記生の複合積層体を、前記セラミック絶縁材料粉末が焼結するが前記無機材料粉末が焼結しない条件下で焼成し、それによって、前記収縮抑制層によって挟まれた焼結後の前記多層集合基板を得る工程と、前記収縮抑制層を除去し、それによって、焼結後の前記多層集合基板を取り出す工程と、
20 焼結後の前記多層集合基板を前記分割線に沿って分割し、それによって、分断された前記貫通孔を側面上に位置させている複数の前記多層セラミック基板を取り出す工程とを備える、多層セラミック基板の製造方法。

【請求項2】 前記生の複合積層体を作製する工程は、前記セラミックグリーン層となるセラミックグリーンシートおよび前記収縮抑制層となる無機材料グリーンシートをそれぞれ用意する工程と、複数の前記セラミックグリーンシートを積層するとともに、複数の前記セラミックグリーンシートを積層方向に挟むように、前記無機材料グリーンシートを積層する工程とを含む、請求項1に記載の多層セラミック基板の製造方法。

【請求項3】 複数の前記セラミックグリーンシートの特定のものには、得られた前記多層セラミック基板にキャビティを設けるためのキャビティ用貫通部が形成されている、請求項2に記載の多層セラミック基板の製造方法。

【請求項4】 前記生の複合積層体を作製する工程は、前記生の多層集合基板と前記収縮抑制層とが一体化された状態で前記貫通孔を設ける工程を含む、請求項1ないし3のいずれかに記載の多層セラミック基板の製造方法。
40

【請求項5】 前記セラミックグリーンシートを用意する工程は、前記セラミックグリーンシートに透孔を設ける工程を含み、前記貫通孔は、複数の前記透孔の連なりによって与えられる、請求項2または3に記載の多層セラミック基板の製造方法。

【請求項6】 前記生の多層集合基板は、得ようとする前記多層セラミック基板の外部端子電極となるべき導体を内部に配置しており、前記生の複合積層体を作製する
50

工程において、前記導体は、その一部が前記貫通孔の内面上に露出する状態とされ、前記多層集合基板を分割する工程によって得られた複数の前記多層セラミック基板の側面上であって、分断された前記貫通孔の内面上には、前記外部端子電極を与えるように前記導体の一部が外部に向かって露出している、請求項1ないし5のいずれかに記載の多層セラミック基板の製造方法。

【請求項7】 前記生の複合積層体を作製する工程において、前記貫通孔は、前記導体を分断するように設けられる、請求項6に記載の多層セラミック基板の製造方法。

【請求項8】 前記導体は、前記生の多層集合基板の積層方向に貫通するように配置されている、請求項6または7に記載の多層セラミック基板の製造方法。

【請求項9】 前記導体は、前記生の多層集合基板の積層方向の一部においてのみ延びるように配置されている、請求項6または7に記載の多層セラミック基板の製造方法。

【請求項10】 前記収縮抑制層を除去する工程の後であって、前記多層集合基板を分割する工程の前に、焼結後の前記多層集合基板に対して湿式めっきを施し、前記貫通孔の内面に露出する前記導体の表面にめっき膜を析出させる工程をさらに備える、請求項6ないし9のいずれかに記載の多層セラミック基板の製造方法。

【請求項11】 前記多層集合基板を分割する工程によって得られた複数の前記多層セラミック基板の側面上であって、分断された前記貫通孔の内面上に、外部端子電極を形成するための導体を設ける工程をさらに備える、請求項1ないし5のいずれかに記載の多層セラミック基板の製造方法。

【請求項12】 前記導体は、導電性ペーストによって与えられる、請求項6ないし11のいずれかに記載の多層セラミック基板の製造方法。

【請求項13】 前記導体は、Ag、Ag-Pt合金、Ag-Pd合金、Cu、AuおよびNiから選ばれた少なくとも1種を主成分とする、請求項6ないし12のいずれかに記載の多層セラミック基板の製造方法。

【請求項14】 前記貫通孔は、その断面が長手形状であり、かつ前記分割線の延びる方向に長手方向を向いている、請求項1ないし13のいずれかに記載の多層セラミック基板の製造方法。

【請求項15】 前記生の複合積層体を作製する工程は、前記分割線の位置に沿い、かつ少なくとも一方の前記収縮抑制層を厚み方向に貫通しながら前記生の多層集合基板の厚みの一部にまで届く深さをもって、前記生の複合積層体に切り込み溝を設ける工程を含み、前記多層集合基板を分割する工程は、前記切り込み溝に沿って前記多層集合基板を分割するように実施される、請求項1ないし14のいずれかに記載の多層セラミック基板の製造方法。

【請求項16】 前記生の複合積層体を作製する工程は、前記生の複合積層体を積層方向にプレスする工程を含み、前記切り込み溝を設ける工程は、前記プレスする工程の後に実施される、請求項15に記載の多層セラミック基板の製造方法。

【請求項17】 前記貫通孔を設ける工程は、前記生の複合積層体を作製する工程において、前記プレスする工程の後に実施される、請求項16に記載の多層セラミック基板の製造方法。

【請求項18】 前記プレスする工程の後、前記切り込み溝を設ける工程が前に、かつ前記貫通孔を設ける工程が後にそれぞれ実施され、前記生の複合積層体を作製する工程は、前記切り込み溝を設ける工程と前記貫通孔を設ける工程との間に、前記生の複合積層体を、前記プレスする工程での圧力より高い圧力でプレスする高圧プレス工程を備える、請求項17に記載の多層セラミック基板の製造方法。

【請求項19】 前記多層集合基板を分割する工程は、前記分割線の位置に沿って、焼結後の前記多層集合基板に切り込み溝を設ける工程を含み、前記切り込み溝に沿って前記多層集合基板を分割するように実施される、請求項1ないし14のいずれかに記載の多層セラミック基板の製造方法。

【請求項20】 前記セラミックグリーン層は、ガラスまたは結晶化ガラスを含む、請求項1ないし19のいずれかに記載の多層セラミック基板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、多層セラミック基板の製造方法に関するもので、特に、複数の多層セラミック基板を取り出すための多層集合基板を製造した後、多層集合基板を分割することによって複数の多層セラミック基板を取り出す、各工程を備える、多層セラミック基板の製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】多層セラミック基板は、複数の積層されたセラミック層を備えている。このような多層セラミック基板には、種々の形態の配線導体が設けられている。配線導体としては、たとえば、多層セラミック基板の内部において、セラミック層間の特定の界面に沿って延びる内部導体膜が形成されたり、特定のセラミック層を貫通するように延びるビアホール導体が形成されたり、また、多層セラミック基板の外表面上において延びる外部導体膜が形成されたりしている。

【0003】多層セラミック基板は、半導体チップ部品やその他のチップ部品等を搭載し、これらの電子部品を相互に配線するために用いられている。上述した配線導体は、この相互配線のための電気的経路を与えている。

【0004】また、多層セラミック基板には、たとえばコンデンサ素子やインダクタ素子のような受動部品が内

蔵されることがある。この場合には、上述した配線導体としての内部導体膜やビアホール導体の一部によって、これらの受動部品が与えられる。

【0005】多層セラミック基板は、たとえば、移動体通信端末機器の分野において、LCR複合化高周波部品として用いられったり、コンピュータの分野において、半導体ICチップのような能動素子とコンデンサやインダクタや抵抗のような受動素子とを複合化した部品として、あるいは単なる半導体ICパッケージとして用いられたりしている。

【0006】より具体的には、多層セラミック基板は、PAモジュール基板、RFダイオードスイッチ、フィルタ、チップアンテナ、各種パッケージ部品、複合デバイス等の種々の電子部品を構成するために広く用いられている。

【0007】多層セラミック基板をより多機能化、高密度化、高性能化するためには、上述したような配線導体を高密度に配置することが有効である。

【0008】しかしながら、多層セラミック基板を得るためには、必ず、焼成工程を経なければならないが、このような焼成工程においては、セラミックの焼結による収縮がX、YおよびZの3方向に生じ、この収縮は多層セラミック基板全体において均一に生じにくく、XおよびY方向には、各々、0.4～0.6%程度の寸法誤差が生じ、また、多層セラミック基板に反りが生じる。そのため、外部導体膜の位置精度の低下、および内部配線導体において不所望な変形や歪みあるいは断線がもたらされることがある。このような配線導体において生じ得る不具合は、上述のような配線導体の高密度化を阻害してしまう。

【0009】そこで、多層セラミック基板を製造するにあたって、焼成工程において多層セラミック基板の主面方向での収縮を実質的に生じさせないようにすることができ、いわゆる無収縮プロセスを適用することが提案されている。

【0010】無収縮プロセスによる多層セラミック基板の製造方法においては、セラミック絶縁材料として、たとえば1000℃以下の温度で焼結可能な低温焼結セラミック材料粉末が用意されるとともに、上述の低温焼結セラミック材料粉末の焼結温度では焼結しない、収縮抑制用として機能する無機材料粉末が用意される。そして、焼成することによって目的とする多層セラミック基板となる生の積層体を作製するにあたっては、低温焼結セラミック材料を含み、かつ積層された、複数のセラミックグリーン層を挟むように、無機材料粉末を含む収縮抑制層が配置され、また、セラミックグリーン層に関連して、配線導体が設けられる。

【0011】上述のようにして得られた生の積層体は、次いで、焼成される。この焼成工程において、セラミックグリーン層と収縮抑制層との界面部分に厚み2～3μ

m程度の反応層が生じ、この反応層がセラミックグリーン層と収縮抑制層とを接着するように作用する。また、収縮抑制層に含まれる無機材料粉末は実質的に焼結しないため、収縮抑制層においては、収縮が実質的に生じない。このようなことから、収縮抑制層がセラミックグリーン層を拘束し、それによって、セラミックグリーン層は、Z方向すなわち厚み方向にのみ実質的に収縮するが、XおよびY方向すなわち主面方向での収縮が抑制される。その結果、生の積層体を焼成して得られた多層セラミック基板において不均一な変形がもたらされにくくなり、また、反りも軽減され、そのため、配線導体において前述のような不具合がもたらされにくくすることができ、配線導体の高密度化を可能にする。

【0012】上述した収縮抑制層は、焼成後において、除去される。

【0013】他方、多層セラミック基板を製造するに際して、その製造効率を高めるため、所定の分割線に沿って分割されることによって複数の多層セラミック基板を取り出すことができるようにされた多層集合基板を作製し、この多層集合基板を上述の分割線に沿って分割することによって、複数の多層セラミック基板を一挙に得ようとする方法、いわゆる多数個取りによる方法が採用されている。

【0014】また、このような多数個取りによる方法において、多層集合基板の分割を能率的に行なえるようにするため、多層集合基板には、所定の分割線に位置に沿うように、切り込み溝が設けられていることが好ましい。切り込み溝が設けられていると、いわゆるチョコレートブレイク態様に基づいて多層集合基板を折り曲げるだけで、多層集合基板を所定の分割線に沿って分割することができる。

【0015】このような多数個取りによる方法であっても、当然、焼成工程における収縮が多層集合基板全体において均一に生じにくく、XおよびY方向に関して寸法誤差が生じたり、多層集合基板に反りが生じたりする。そのため、多数個取りによる方法に対しても、前述した無収縮プロセスを適用することが好ましい。

【0016】特許第2856045号公報には、図19に示すような未焼成の状態すなわち生の状態の多層集合基板1ならびにこれを挟むように配置される第1および第2の収縮抑制層2および3を備える、生の複合積層体4において、分割線5に沿って切り込み溝6が設けられたものが記載されている。

【0017】なお、図19においては、生の多層集合基板1に関連して設けられる配線導体については図示を省略しており、また、厚み方向寸法が誇張されて図示されている。

【0018】生の多層集合基板1は、たとえば低温焼結セラミック材料粉末のようなセラミック絶縁材料粉末を含む複数のセラミックグリーン層7を備えており、これ

らセラミックグリーン層7は、積層された複数のセラミックグリーンシートによって与えられる。

【0019】収縮抑制層2および3は、上述のセラミック絶縁材料粉末の焼結温度では焼結しない無機材料粉末を含んでいる。第1および第2の収縮抑制層2および3の各々は、たとえば、無機材料粉末を含む無機材料グリーンシート8を所定枚数積層することによって得られる。

【0020】生の複合積層体4を得るため、まず、生の多層集合基板1が作製される。そして、生の多層集合基板1の少なくとも一方の主面側に、切り込み溝6が形成される。切り込み溝6の形成にあたって、複数のセラミックグリーン層7の互いの間での位置ずれが生じないようにするため、切り込み溝6の形成工程の前に、生の多層集合基板1は、積層方向にプレスされる。

【0021】次に、生の多層集合基板1を挟むように、無機材料グリーンシート8が積層されることによって、第1および第2の収縮抑制層2および3が設けられ、それによって、生の複合積層体4が得られる。

【0022】この生の複合積層体4全体は、次いで、積層方向に再びプレスされる。

【0023】次に、生の複合積層体4は、セラミックグリーン層7に含まれるセラミック絶縁材料粉末が焼結するが収縮抑制層2および3に含まれる無機材料粉末は焼結しない条件下で焼成される。これによって、第1および第2の収縮抑制層2および3によって挟まれた焼結後の多層集合基板1が得られる。

【0024】次いで、収縮抑制層2および3が除去され、それによって、焼結後の多層集合基板1が取り出される。

【0025】次に、焼結後の多層集合基板1は、切り込み溝6に沿って分割され、それによって、複数の多層セラミック基板が取り出される。

【0026】また、特開2000-176928号公報には、生の多層集合基板およびこれを挟むように配置される収縮抑制層を備える、生の複合積層体において、その両主面から切り込み溝をそれぞれ設け、その後、切り込み溝を覆うようにさらに収縮抑制層を形成したものを、焼成し、焼結後に収縮抑制層を除去し、焼結後の多層集合基板を取り出し、この多層集合基板を切り込み溝に沿って分割することが記載されている。

【0027】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、特許第2856045号公報に記載された方法では、生の複合積層体4を得るための積層工程の途中で、切り込み溝6を形成するといった異種の工程を割り込ませなければならないので、積層工程および切り込み溝形成工程を能率的に進めることが困難であり、その結果、多層セラミック基板の生産性が低下する。

【0028】他方、特開2000-176928号公報

に記載された方法では、生の複合積層体の両主面に切り込み溝が設けられるので、焼結後の多層集合基板においても、その両主面上に切り込み溝が残された状態とすることができるので、複数の多層セラミック基板を取り出すための分割を円滑に進めることができるが、生の複合積層体の両主面上に設けられた切り込み溝を覆うように、さらに収縮抑制層を形成する必要がある、工程が煩雑となる。

【0029】また、上述した2つの公報は、いずれも、多層セラミック基板の側面上に外部端子電極を形成するための方法については、何ら記載していない。

【0030】多層セラミック基板の小型化かつ配線の高密度化に伴って、このような外部端子電極は、その位置および幅等の寸法に関して、高い精度をもって形成されることがより強く望まれるようになってきている。なぜなら、このような精度が低下すると、複数の外部端子電極が設けられる場合には、隣り合うもの相互間で電氣的に短絡したり、多層セラミック基板を実装するマザーボードとの電氣的接続が適正に達成されなかったりすることがあるからである。特に、複数の外部端子電極にめっきが施される場合、めっき膜の異常析出が生じると、隣り合う外部端子電極間での電氣的短絡の問題がより深刻になる。

【0031】そこで、この発明の目的は、上述のような問題を解消し得る、多層セラミック基板の製造方法を提供しようとすることである。

【0032】

【課題を解決するための手段】この発明は、いわゆる無収縮プロセスおよび多数個取りによって、多層セラミック基板を製造しようとする方法に向けられるものであって、簡単に言えば、生の複合積層体の少なくとも生の多層集合基板の部分に貫通孔を設けることによって、焼結後の多層集合基板の分割を容易にするとともに、必要に応じて、貫通孔の内面を利用して、外部端子電極を高い位置精度および寸法精度をもって形成できるようにすることを特徴としている。

【0033】より詳細には、この発明は、複数の積層されたセラミック層を備える、多層セラミック基板を製造する方法に向けられ、次のような工程を備えることを特徴としている。

【0034】まず、セラミック絶縁材料を含みかつ焼成されることによって複数のセラミック層となる複数のセラミックグリーン層を有する生の多層集合基板を備え、焼成後において所定の分割線に沿ってそれぞれ分割されることによって複数の多層セラミック基板を取り出すことができるようにされており、セラミック絶縁材料粉末の焼結温度では焼結しない無機材料粉末を含む収縮抑制層が生じた多層集合基板を積層方向に挟むように配置され、少なくとも生の多層集合基板には、その積層方向にそれぞれ貫通する複数の貫通孔が分割線上に設けられて

いる、生の複合積層体を作製される。

【0035】次いで、上述の生の複合積層体は、セラミック絶縁材料粉末が焼結するが、無機材料粉末が焼結しない条件下で焼成される。これによって、収縮抑制層によって挟まれた焼結後の多層集合基板が得られる。

【0036】次いで、収縮抑制層が除去される。これによって、焼結後の多層集合基板が取り出される。

【0037】次に、焼結後の多層集合基板を分割線に沿って分割される。これによって、分断された貫通孔を側面上に位置させている複数の多層セラミック基板が取り出される。

【0038】好ましくは、生の複合積層体を作製する工程では、セラミックグリーン層となるセラミックグリーンシートおよび収縮抑制層となる無機材料グリーンシートをそれぞれ用意し、複数のセラミックグリーンシートを積層するとともに、複数のセラミックグリーンシートを積層方向に挟むように、無機材料グリーンシートを積層するようにされる。

【0039】上述した実施態様において、複数のセラミックグリーンシートの特定のものには、得られた多層セラミック基板にキャビティを設けるためのキャビティ用貫通部が形成されていてもよい。

【0040】また、好ましくは、前述した貫通孔を設けるため、生の複合積層体を作製する工程において、生の多層集合基板と収縮抑制層とが一体化された状態で貫通孔を設けるようにされる。

【0041】なお、生の複合積層体を作製するにあたって、前述したように、セラミックグリーンシートと無機材料グリーンシートとを積層する方法が適用される場合には、セラミックグリーンシートに透孔を設けておき、複数の透孔の連なりによって、貫通孔を与えるようにしてもよい。

【0042】この発明において、貫通孔を利用して外部端子電極を形成しようとする場合、好ましくは、次のような実施態様が採用される。

【0043】すなわち、生の多層集合基板として、得ようとする多層セラミック基板の外部端子電極となるべき導体を内部に配置したものが用意され、生の複合積層体を作製する工程において、この導体は、その一部が貫通孔の内面上に露出する状態とされる。したがって、多層集合基板を分割することによって得られた複数の多層セラミック基板の側面上であって、分断された貫通孔の内面上には、外部端子電極を与えるように導体の一部が外部に向かって露出する状態となる。

【0044】上述した実施態様に係る生の複合積層体を作製する工程では、貫通孔が、導体を分断するように設けられることが好ましい。

【0045】導体は、生の多層集合基板の積層方向に貫通するように配置されていても、生の多層集合基板の積層方向の一部においてのみ延びるように配置されていて

もよい。

【0046】この発明によれば、上述の外部端子電極となる導体に対して、分割前の多層集合基板の状態、無電解めっきのような湿式めっきを施すことが可能である。すなわち、収縮抑制層を除去した後、多層集合基板を分割する前に、焼結後の多層集合基板に対して湿式めっきを施せば、貫通孔の内面に露出する導体の表面にめっき膜を析出させることができる。なお、外部端子電極を形成するため、焼成工程の後、多層集合基板を分割することによって得られた複数の多層セラミック基板の側面上であって、分断された貫通孔の内面上に、導体を設けるようにしてもよい。

【0047】外部端子電極となるべき導体は、好ましくは、導電性ペーストによって与えられる。

【0048】また、導体は、Ag、Ag-Pt合金、Ag-Pd合金、Cu、AuおよびNiから選ばれた少なくとも1種を主成分とするものであることが好ましい。

【0049】この発明において、貫通孔は、任意の断面形状をとることができるが、多層集合基板の分割性をより向上させるためには、貫通孔は、その断面が長手形状であり、かつ分割線の延びる方向に長手方向を向けていることが好ましい。

【0050】複数の多層セラミック基板を得るための多層集合基板の分割をより容易にするため、通常、分割線に沿って切り込み溝が設けられる。この発明では、切り込み溝を設ける場合、次のような実施態様がある。

【0051】すなわち、生の複合積層体を作製する工程において、分割線の位置に沿い、かつ少なくとも一方の収縮抑制層を厚み方向に貫通しながら生の多層集合基板の厚みの一部にまで届く深さをもって、生の複合積層体を切り込み溝を設ける工程が実施される。この場合、多層集合基板を分割する工程は、切り込み溝に沿って多層集合基板を分割するように実施される。

【0052】生の複合積層体を作製する工程において、生の複合積層体を積層方向にプレスする工程が実施される場合、切り込み溝を設ける工程は、プレスする工程の後に実施されることが好ましい。

【0053】また、生の積層体を作製する工程において、貫通孔が設けられる場合には、この貫通孔を設ける工程は、上述のプレスする工程の後に実施されることが好ましい。

【0054】また、より好ましくは、プレスする工程の後、切り込み溝を設ける工程が前に、かつ貫通孔を設ける工程が後にそれぞれ実施され、生の複合積層体を作製する工程において、切り込み溝を設ける工程と貫通孔を設ける工程との間に、生の複合積層体を、上述のプレスする工程での圧力より高い圧力でプレスする高圧プレス工程が実施される。

【0055】切り込み溝は、次のような段階で設けられてもよい。すなわち、多層集合基板を分割する工程にお

いて、分割線の位置に沿って、焼結後の多層集合基板に切り込み溝を設け、この切り込み溝をに沿って多層集合基板を分割するようにしてもよい。

【0056】また、この発明において、セラミックグリーン層は、ガラスまたは結晶化ガラスを含むことが好ましい。

【0057】

【発明の実施の形態】図1ないし図7は、この発明の第1の実施形態を説明するためのものである。ここで、図1ないし図6は、多層セラミック基板を製造する途中の段階で得られる複合積層体11に対して施される種々の工程を示している。図1、図3および図5は、複合積層体11を示す平面図であり、図2、図4および図6は、複合積層体11の一部を拡大して示す断面図である。また、図7は、図1ないし図6に示した各工程を経て得られた多層セラミック基板12を示す平面図である。

【0058】なお、図2、図4および図6においては、前述した図19の場合と同様、厚み方向寸法が誇張されて図示されており、また、外部端子電極となる導体を除く配線導体の図示が省略されている。

【0059】複合積層体11から得ようとする多層セラミック基板12は、図7に示すように、複数の積層されたセラミック層13（最も上に位置するもののみが図示されている。）を備えている。図1ないし図6に示すように、生の複合積層体11は、セラミック絶縁材料を含みかつ焼成されることによって上述の複数のセラミック層13となる複数のセラミックグリーン層14を有する生の多層集合基板15を備えている。

【0060】セラミックグリーン層14の積層構造は、たとえば、セラミックグリーンシートを積層することによって得られるもので、セラミックグリーンシートは、たとえば、セラミック絶縁材料粉末に、バインダ、可塑剤および溶剤等を加えて、ボールミル等によって混合することによってスラリーとし、このスラリーをドクターブレード法等の方法によってシート状に成形することによって得られる。

【0061】上述のセラミック絶縁材料粉末としては、従来の多層セラミック基板において用いられる通常のセラミック絶縁材料粉末を用いることができる。たとえば、アルミナ粉末を用いることができ、さらに、たとえば、軟化点600～800℃の非晶質ガラス、結晶化温度600～1000℃の結晶化ガラス等を含んでいてもよい。また、セラミック絶縁材料として、アルミナ、ジルコン、ムライト、コージュライト、アノーサイト、シリカ等を用いてもよい。

【0062】バインダとしては、たとえば、ポリビニルブチラール、メタクリルポリマー、アクリルポリマー等を用いることができ、可塑剤としては、たとえば、フタル酸の誘導体等を用いることができる。さらに、溶剤としては、たとえば、アルコール類、ケトン類、塩素系有

機溶剤等を用いることができる。

【0063】セラミックグリーンシートは、所定の大きさに切断された後、積層され、それによって、図1および図2に示すように、積層されたセラミックグリーン層14を備える生の多層集合基板15が作製される。セラミックグリーンシートの厚みについては、特に制限はないが、25~200 μm 程度であることが好ましい。生の多層集合基板15は、焼成後において、格子状に配列された所定の分割線16に沿って分割されることによって複数の多層セラミック基板12を取り出すことができるようにされている。

【0064】生の多層集合基板15には、得ようとする多層セラミック基板12の外部端子電極17（図7参照）となるべき導体18が内部に配置されている。この実施形態では、導体18は、図1によく示されているように、断面形状が長方形であり、分割線16を跨ぐように位置されている。また、導体18は、図2によく示されているように、生の多層集合基板15の積層方向に貫通するように配置されている。

【0065】導体18は、好ましくは、導電性ペーストによって与えられる。そして、導体18を形成するため、セラミックグリーン層14となるセラミックグリーンシートに、積層前の段階で、透孔を設け、そこに導電性ペーストを充填することが行なわれる。なお、積層状態の生の多層集合基板15を得た後、そこに貫通する透孔を設け、この透孔に導電性ペーストを充填するようにしてもよい。

【0066】また、図示しないが、積層前のセラミックグリーンシートに対して、必要に応じて、配線導体となるべき導体膜を導電性ペーストのスクリーン印刷等によって形成したり、ビアホール導体のための透孔を設けたり、この透孔に導電性ペーストを充填したりする工程も実施される。

【0067】上述した導体18ならびに配線導体となるべき導体膜およびビアホール導体は、好ましくは、Ag、Ag-Pt合金、Ag-Pd合金、Cu、AuおよびNiから選ばれた少なくとも1種を主成分として構成される。

【0068】また、生の複合積層体11において、生の多層集合基板15を積層方向に挟むように、第1および第2の収縮抑制層19および20が配置されている。これら収縮抑制層19および20は、前述したセラミックグリーン層14に含まれるセラミック絶縁材料粉末の焼結温度では焼結しない無機材料粉末を含んでいる。

【0069】たとえば、セラミックグリーン層14に含まれるセラミック絶縁材料粉末として、その焼結温度が1100℃以下のものを用いる場合には、収縮抑制層19および20に含まれる無機材料粉末としては、たとえば、アルミナ、酸化ジルコニア、窒化アルミニウム、窒化硼素、ムライト、酸化マグネシウム、炭化珪素等の粉

末を用いることができる。なお、これらの無機材料粉末の粒度が粗すぎると、得られた多層セラミック基板の表面粗さが粗くなるため、平均粒径0.5~4 μm 程度であることが好ましい。

【0070】収縮抑制層19および20は、上述したような無機材料粉末を含む無機材料グリーンシート21を積層することによって得られる。無機材料グリーンシート21の作製方法は、前述したセラミックグリーン層14のためのセラミックグリーンシートの場合と実質的に同様である。また、無機材料グリーンシート21の厚みは、特に制限はないが、10~200 μm 程度であることが好ましい。第1および第2の収縮抑制層19および20の各々の厚みは、積層される無機材料グリーンシート21の積層数によって調整することができる。

【0071】このように、生の多層集合基板15を積層方向に挟むように第1および第2の収縮抑制層19および20が配置されている、生の複合積層体11を得た後、この生の複合積層体11全体が積層方向にプレスされる。

【0072】このプレスは、生の複合積層体11を、以後の工程において取り扱う際、セラミックグリーン層14相互のずれを生じにくくするためだけでなく、多層集合基板15に備えるセラミックグリーン層14相互間、収縮抑制層19および20に備える無機材料グリーンシート21相互間ならびに多層集合基板15と収縮抑制層19および20との間での密着性を高めるためのものであり、そのため、このプレスに際しては、たとえば面圧50MPa以上といった比較的高い圧力が適用される。また、プレスに際しては、40~90℃の温度が付与される。

【0073】次に、図3および図4に示すように、生の複合積層体11における少なくとも生の多層集合基板15には、その積層方向にそれぞれ貫通する複数の貫通孔22が分割線16上に設けられる。この実施形態では、貫通孔22は、生の多層集合基板15だけでなく、収縮抑制層19および20をも貫通するように設けられている。

【0074】貫通孔22は、たとえば円形の断面形状を有しており、前述した導体18を貫通する位置に設けられる。これによって、導体18は、その一部が貫通孔22の内面上に露出する状態とされる。また、この実施形態では、貫通孔22を設けることによって、導体18は分断される。

【0075】なお、貫通孔22を設けるにあたって、セラミックグリーン層14となるべきセラミックグリーンシートに透孔を予め設けておき、これら透孔の連なりによって貫通孔22を与えるようにしてもよい。この場合には、貫通孔22は、生の多層集合基板15のみを貫通するように設けられることになる。

【0076】また、貫通孔22を設けるにあたって、生

10

20

30

40

50

の複合積層体 11 における収縮抑制層 19 および 20 のいずれか一方がない状態、すなわち、生の多層集合基板 15 と収縮抑制層 19 および 20 のいずれか一方とが一体化された状態で、その積層方向に貫通するように貫通孔 22 を設け、その後、収縮抑制層 19 および 20 のいずれか残った方を生の多層集合基板 15 上に配置するようにしてもよい。

【0077】次に、図 5 および図 6 に示すように、生の積層体 11 における分割線 16 の位置に沿って、切り込み溝 23 が設けられる。この切り込み溝 23 は、図 5 によく示されているように、格子状に配列されている。切り込み溝 23 の形成には、たとえば、カッター刃を生の複合積層体 11 の表面に押し当てたり、回転刃で切り込む方法等を採用することができる。

【0078】切り込み溝 23 は、第 1 の収縮抑制層 19 を厚み方向に貫通しかつ生の多層集合基板 15 の厚みの一部にまで届く深さをもって設けられる。この深さは、たとえば、生の多層集合基板 15 の厚みの $1/10 \sim 4/10$ 程度まで届くようにされる。なお、切り込み溝 23 は、第 1 の収縮抑制層 19 側の切り込み溝 23 の位置 20 に対応させて、第 2 の収縮抑制層 20 側にも設けられてもよい。

【0079】次に、貫通孔 22 および切り込み溝 23 が設けられた生の複合積層体 11 は、焼成工程に付される。この焼成工程においては、セラミックグリーン層 14 に含まれるセラミック絶縁材料粉末のみが焼結し、収縮抑制層 19 および 20 に含まれる無機材料粉末が焼結しない条件が適用される。また、複合積層体 11 の焼成にあたっては、これをトレーに載せて焼成することが行なわれるが、トレーとしては、たとえば、通常のアルミナ板からなるものを用いることができる。また、トレーとして、通気性の良好な気孔率の高いアルミナ板からなるものを使用してもよい。

【0080】焼成工程において、収縮抑制層 19 および 20 に含まれる無機材料粉末は実質的に焼結しないため、収縮抑制層 19 および 20 においては、収縮が実質的に生じない。そのため、収縮抑制層 19 および 20 が生の多層集合基板 15 を拘束し、それによって、生の多層集合基板 15 は、厚み方向にのみ実質的に収縮するが、主面方向での収縮が抑制される。その結果、焼結後の多層集合基板 15 において不均一な変形等がもたらされにくくなる。

【0081】このように、第 1 および第 2 の収縮抑制層 19 および 20 によって挟まれた焼結後の多層集合基板 15 を得た後、たとえばブラシ等を用いて、収縮抑制層 19 および 20 が除去され、それによって、焼結後の多層集合基板 15 が取り出される。

【0082】次に、焼結後の多層集合基板 15 に対して、無電解めっきのような湿式めっきが施され、それによって、貫通孔 22 の内面に露出する導体 18 の表面に 50

めっき膜を析出させる工程が実施される。より具体的には、無電解めっきによって、導体 18 の表面に、たとえば、ニッケルめっき膜が形成され、その上に、金めっき膜が形成される。

【0083】次に、焼結後の多層集合基板 15 が、切り込み溝 23 に沿って分割され、それによって、図 7 に示すような目的とする複数の多層セラミック基板 12 が取り出される。

【0084】この多層セラミック基板 21 の側面 24 上であって、分断された貫通孔 22 の内面上には、外部端子電極 17 を与えるように導体 18 の一部が外部に向かって露出している。

【0085】以上、この発明をまず第 1 の実施形態に関連して説明したが、この発明の範囲内において、その他、種々の変形例が可能である。

【0086】たとえば、第 1 の実施形態では、切り込み溝 23 は、断面 V 字状の形態をなしていたが、たとえば断面 U 字状等の他の形態であってもよく、少なくとも焼成後に複合積層体 11 を取り扱う際、不用意に割れが生じにくい形態であれば、どのような形態であってもよい。

【0087】また、図 1 等 に示すように、複合積層体 11 は、実質的に正方形の平面形状を有していたが、隣り合う辺の長さが互いに異なる長方形の平面形状を有していてもよい。

【0088】また、第 1 の実施形態では、生の多層集合基板 15 の内部に、外部端子電極 17 となるべき導体 18 が予め配置されていたが、これに代えて、焼結後の多層集合基板 15 を分割することによって得られた多層セラミック基板 12 の側面 24 上であって、分断された貫通孔 22 の内面上に、外部端子電極 17 となる導電性ペーストのような導体を付与するようにしてもよい。導電性ペーストが付与される場合には、その後、導電性ペーストを焼き付けるための工程および必要なめっき工程が実施される。

【0089】また、第 1 の実施形態では、生の複合積層体 11 を積層方向にプレスした後、貫通孔 22 をまず設け、その後に、切り込み溝 23 を設けるようにしたが、貫通孔 22 を設ける工程と切り込み溝 23 を設ける工程とを逆の順序で実施してもよい。

【0090】上述のように、逆の順序で実施される場合、切り込み溝 23 を設ける工程の前に実施されるプレス工程は、たとえば 100 MPa 以下といった比較的低い圧力での仮プレスとし、その後、切り込み溝 23 を設けた後、貫通孔 22 を設ける工程の前に、たとえば 50 MPa 以上といった比較的高い圧力であって、上述した仮プレスでの圧力より高い圧力で本プレスすることが好ましい。

【0091】また、第 1 の実施形態では、切り込み溝 23 は、焼成前の生の複合積層体 11 に対してこれを設け

るようにしたが、焼結後の多層集合基板15に切り込み溝を設け、この切り込み溝に沿って多層集合基板15を分割するようにしてもよい。この場合、通常は、収縮抑制層19および20を除去した後の多層集合基板15に切り込み溝が設けられることになるが、焼成後であって、収縮抑制層19および20が除去される前の複合積層体11に対して切り込み溝を設ける工程を実施してもよい。

【0092】また、第1の実施形態では、生の複合積層体11を作製するにあたって、セラミックグリーン層14となるセラミックグリーンシートならびに収縮抑制層19および20となる無機材料グリーンシート21をそれぞれまず用意し、これらを積層する工程を採用したが、セラミックグリーンシートや無機材料グリーンシート21を予め用意することなく、セラミックグリーン層14となるべきセラミックスラリーや収縮抑制層19および20となるべき無機材料スラリーを、印刷等によって付与することを繰り返して、積層構造を得るようにしてもよい。

【0093】また、第1の実施形態では、貫通孔22は、導体18を分断するように設けられたが、必ずしも導体18を分断する必要はなく、たとえば、貫通孔22が導体18の中心からずれた位置に設けられるなどして、単に、貫通孔22の内面上に導体18の一部が露出するように設けられることもある。

【0094】また、第1の実施形態では、導体18の断面形状が長方形であり、貫通孔22の断面形状が円形であったが、これらの形状については、種々に変更することができる。また、導体18および貫通孔22が設けられる位置や数についても、目的とする多層セラミック基板の設計に応じて、種々に変更することができる。

【0095】これらについて、図8ないし図11を参照しながらより具体的に説明する。なお、図8ないし図11は、第1の実施形態における図5に相当する図であって、これら図面において、図5に示した要素に相当する要素には同様の参照符号を付し、重複する説明は省略する。

【0096】図8に示した第2の実施形態では、図1に示した導体18と同様、断面形状が長方形の導体18が設けられるが、これを分断するように、長方形の断面形状を有する貫通孔22が設けられる。

【0097】図9に示した第3の実施形態では、導体18の断面形状は円形であり、これを分断するように、長方形の断面形状を有する貫通孔22が設けられる。特に、図9に示した貫通孔22の断面形状は長手形状であり、この長手方向は、分割線16すなわち切り込み溝23の延びる方向に向けられている。このようにすることによって、切り込み溝23に沿う分割をより円滑に進めることができるようになる。

【0098】図10に示した第4の実施形態では、円形

の断面を有する導体18が設けられ、これを分断するように、楕円ないしは長円の断面形状を有する貫通孔22が設けられる。この実施形態においても、貫通孔22は、その断面が長手形状であり、かつ分割線16すなわち切り込み溝23の延びる方向に長手方向を向けている。

【0099】図11に示した第5の実施形態では、実質的に正方形の断面形状を有する導体18が設けられ、これを分断するように、長方形の断面形状を有する貫通孔22が設けられている。また、この実施形態では、導体18および貫通孔22は、分割線16すなわち切り込み溝23の縦方向に延びるものと横方向に延びるものとの交差部に位置されている。したがって、焼結後の多層集合基板15を分割して多層セラミック基板を得たとき、この多層セラミック基板の4つの角の部分に外部端子電極が形成されることになる。

【0100】なお、特に図示しないが、1つの複合積層体ないしは多層集合基板に、互いに異なる断面形状を有する複数種類の導体18を混在させても、互いに異なる断面形状を有する複数種類の貫通孔22を混在させてもよい。

【0101】図12および図13は、この発明の第6の実施形態を説明するための、第1の実施形態における図5および図6にそれぞれ相当する図である。図12および図13において、図5および図6に示す要素に相当する要素には同様の参照符号を付し、重複する説明は省略する。

【0102】この第6の実施形態は、キャビティ25を備える多層セラミック基板を製造しようとすることを特徴としている。このようにキャビティ25を形成するため、生の多層集合基板15に備える複数のセラミックグリーン層14となるべき複数のセラミックグリーンシートの特定のものには、キャビティ用貫通部26が形成されているものが用いられる。

【0103】また、キャビティ25の開口側に位置する第1の収縮抑制層19にも、キャビティ25に連通する貫通部27が設けられることが好ましい。なぜなら、プレス工程において、キャビティ25の底面部にまでプレス作用を及ぼすことが容易になるためである。

【0104】キャビティ25が設けられる場合、焼結後の多層集合基板15は、キャビティ25の部分で不用意に割れてしまうという不都合に遭遇することがある。そのため、複数の多層セラミック基板を得るために多層集合基板15を分割するための切り込み溝23は、比較的深く形成することが好ましい。この切り込み溝23の深さは、多層集合基板15の厚みの7/10程度まで届くようにされることがある。

【0105】図14は、この発明の第7の実施形態を説明するための図6に相当する図である。図14において、図6に示す要素に相当する要素には同様の参照符号

を付し、重複する説明は省略する。

【0106】図6等を参照して説明した第1の実施形態等においては、導体18は、生の多層集合基板15の積層方向に貫通するように配置されていたが、この第7の実施形態では、導体18は、生の多層集合基板15の積層方向の一部においてのみ延びるように配置されている。

【0107】この実施形態によれば、多層セラミック基板をマザーボード上に実装するとき、消費される半田の量を低減することができるばかりでなく、形成される半田フィレットの高さをより低くすることができ、かつ、一定にすることが容易である。したがって、この多層セラミック基板が高周波用途に向けられるとき、半田フィレットによって与えられるインダクタンス成分のばらつきを低減することができる。

【0108】図15は、この発明の第8の実施形態を説明するための図6に相当する図である。図15において、図6に示した要素に相当する要素には同様の参照符号を付し、重複する説明は省略する。

【0109】この第8の実施形態は、貫通孔22に関連して、外部端子電極となるべき導体が設けられていないことを特徴としている。このように、導体が設けられていない場合であっても、貫通孔22の存在は、焼結後の多層集合基板15の分割線16に沿う分割を円滑に行なえるという効果を少なくとも発揮させることができる。

【0110】この実施形態の場合には、外部端子電極を設ける必要があるならば、前述したように、焼結後の多層集合基板15を分割することによって得られた多層セラミック基板の側面上であって、分断された貫通孔22の内面上に、導電性ペーストを付与するなどして、外部端子電極を形成するための導体を設けるようにすればよい。

【0111】図15に示したような導体と関連しない貫通孔22は、前述した各実施形態における導体18と関連して設けられた貫通孔22と混在させることもできる。この場合には、図15に示したような態様の貫通孔22は、専ら良好な分割性を得るために設けられ、分割線16に沿って適当数配列させてもよい。

【0112】次に、この発明による効果を確認するために実施した実験例について説明する。

【0113】

【実験例】（実施例） SiO_2 、 Al_2O_3 、 B_2O_3 、および CaO の各粉末を混合した結晶化ガラス粉末と、アルミナ粉末とを等重量比率で混合した。この混合粉末100重量部に対して、ポリビニルブチラールを15重量部、イソプロピルアルコールを40重量部、およびトルエンを20重量部それぞれ加え、ボールミルによって24時間混合して、スラリーとした。

【0114】次いで、このスラリーを、ドクターブレード法によってシート状に成形することによって、厚み1

20 μm のセラミックグリーンシートを作製した。

【0115】他方、アルミナ粉末100重量部に対して、ポリビニルブチラールを15重量部、イソプロピルアルコールを40重量部、およびトルエン20重量部それぞれ加え、ボールミルによって24時間混合してスラリーとした。

【0116】次いで、このスラリーを、ドクターブレード法によってシート状に成形することによって、厚み120 μm の無機材料グリーンシートを作製した。

【0117】次に、前述した6枚のセラミックグリーンシートを積層するとともに、その上下に、無機材料グリーンシートを2枚ずつ積層して、図1および図2に示すように、生の多層集合基板15を第1および第2の収縮抑制層19および20によって挟んだ構造を有する生の複合積層体11を得、これを、その平面寸法が135 mm角となるようにカットした。

【0118】なお、この生の複合積層体11に備える生の多層集合基板15には、外部端子電極17（図7参照）となるべき導体18が内部に配置されており、セラミックグリーンシートとしては、このような導体18が導電性ペーストによって形成されたものを用いた。

【0119】次に、生の複合積層体11を金型に挿入し、面圧100 MPaの圧力および60 $^{\circ}\text{C}$ の温度でプレスした。

【0120】次に、図3および図4に示すように、分割線16上に貫通孔22を、パンチングによって設けた。この貫通孔22によって、導体18は分断され、導体18の一部は、貫通孔22の内面上に露出する状態とされた。

【0121】次に、図5および図6に示すように、生の複合積層体11の一方の主面に、カッター刃を押し当てて、深さ350 μm であって断面V字状の切り込み溝23を、格子状に配列しながら、主面全域にわたって形成した。なお、隣り合う切り込み溝間の間隔を、10 mmとした。

【0122】次いで、辺方向における単位長さあたりの反り量が0.05%以下の平坦度を有する、気孔率70%のアルミナ板からなるトレイ上に、生の複合積層体11を置き、600 $^{\circ}\text{C}$ の温度で3時間加熱した後、900 $^{\circ}\text{C}$ の温度で1時間加熱することによって、複合積層体11における多層集合基板15の部分のみを焼結させた。

【0123】次いで、この焼結後の多層集合基板15の両面にある収縮抑制層19および20をブラシで擦ることによって、これら収縮抑制層19および20を除去し、表面に切り込み溝23が残された多層集合基板15を得た。

【0124】次に、多層集合基板15に対して無電解ニッケルめっきおよび無電解金めっきを施した。これによって、貫通孔22の内面に露出する導体18の表面にニッケルめっき膜および金めっき膜を良好に析出させるこ

とができた。

【0125】また、この多層集合基板15の特定の方向における単位長さあたりの最大反り量を測定したところ、0.10%しかなかった。

【0126】次に、多層集合基板15の分割線16に沿う分割をチョコレートブレイクに基づいて実施して、図7に示すような多層セラミック基板12を得た。この分割工程において、得られた多層セラミック基板12には割れや欠けが生じていなかった。

【0127】(比較例1)上記実施例と同様の操作を経て、セラミックグリーンシートおよび無機材料グリーンシートを作製した。

【0128】次に、6枚のセラミックグリーンシートを積層し、生の多層集合基板を得た後、これを金型に挿入し、面圧50MPaの圧力および60℃の温度で仮プレスした。図16および図17には、この生の多層集合基板31が図示されている。生の多層集合基板31は、実施例における多層集合基板15の場合と同様、複数のセラミックグリーン層32を備え、外部端子電極となるべき導体33を内部に配置したものである。

【0129】次に、生の多層集合基板31の一方の主面に、カッター刃を押し当てて、分割線34に沿って、深さ350μmであって断面V字状の切り込み溝35を、格子状に配列しながら、主面全域にわたって形成した。なお、隣り合う切り込み溝35間の間隔を、10mmとした。

【0130】次に、切り込み溝35を形成した生の多層集合基板31を、平面寸法が135mm角となるようにカットし、その上下に、同じく平面寸法が135mm角となるようにカットした無機材料グリーンシート36を2枚ずつ積層して、生の多層集合基板31を第1および第2の収縮抑制層37および38によって挟んだ構造を有する生の複合積層体39とした後、この生の複合積層体39を再び金型に挿入し、面圧100MPaの圧力および60℃の温度でプレスした。

【0131】次に、実施例の場合と同様の条件で焼成工程を実施し、次いで、実施例の場合と同様の方法によって、収縮抑制層37および38を除去し、表面に切り込み溝35が形成された焼結後の多層集合基板31を得た。

【0132】この多層集合基板31の特定の方向における単位長さあたりの最大反り量を測定したところ、0.10%というように、実施例と同程度の反り量であった。

【0133】次に、多層集合基板31を切り込み溝35に沿って分割したところ、得られた多層セラミック基板において割れや欠けが生じたり、導体33の部分での分割が円滑に進まず、導体33が分割箇所の片側に取られたりといった不具合が生じた。

【0134】また、多層集合基板31の状態では、導体

33の表面にめっき膜を析出させるべく無電解めっきを行なうことはできなかった。

【0135】なお、この比較例1において実施された方法は、前述した特許第2856045号公報に記載された方法に相当している。

【0136】(比較例2)前述の実施例と同様の操作を経て、セラミックグリーンシートおよび無機材料グリーンシートを作製した。

【0137】次に、図18に示すように、6枚のセラミックグリーンシートを積層することによって、積層されたセラミックグリーン層41を備える生の多層集合基板42を得るとともに、その上下に、無機材料グリーンシート43を2枚ずつ積層することによって、生の多層集合基板42を第1および第2の収縮抑制層44および45によって挟んだ構造を有する生の複合積層体46を作製した。

【0138】なお、生の複合積層体46に備える多層集合基板42には、図18に示すように、導体47が導電性ペーストの充填によって配置されている。

【0139】次に、生の複合積層体46を、金型に挿入し、面圧100MPaの圧力および60℃の温度でプレスした。

【0140】次に、生の複合積層体46の第2の収縮抑制層45側の主面に、カッター刃を押し当てて、深さ350μmであって断面V字状の切り込み溝48を、格子状に配列しながら、この主面全域にわたって形成した。なお、隣り合う切り込み溝48間の間隔を、10mmとした。

【0141】他方、生の複合積層体46の第1の収縮抑制層44側の主面には、ダイシングブレードを用いて、深さ350μmおよび幅300μmのスリット状の切り込み溝49を形成した。

【0142】これら切り込み溝48および49は、分割線50上に位置するものである。

【0143】次いで、収縮抑制層44および45と同じ組成の無機材料粉末を含む無機材料ペースト51をスリット状の切り込み溝49に流し込んだ。

【0144】次に、実施例の場合と同様の条件で焼成工程を実施し、次いで、実施例の場合と同様の方法によって、収縮抑制層44および45を除去し、表面に切り込み溝48および49が残された焼結後の多層集合基板42を得た。

【0145】この多層集合基板42の特定の方向における単位長さあたりの最大反り量を測定したところ、0.10%というように、実施例と同程度の反り量であった。

【0146】次に、多層集合基板42を切り込み溝48および49が位置する分割線50に沿って分割したところ、良好な分割性を得ることができた。

【0147】しかしながら、比較例2では、切り込み溝

49が貫通しておらず、めっき液の円滑な流通が期待できないため、多層集合基板42の状態で、導体47の表面にめっき膜を析出させるべく無電解めっきを良好に施すことができなかった。

【0148】なお、この比較例2において実施された方法は、前述した特開2000-176928号公報に記載された方法に類似している。

【0149】

【発明の効果】以上のように、この発明によれば、生の多層集合基板ならびにこれを挟むように配置されている収縮抑制層を備える、生の複合積層体を作製するにあたって、多層集合基板から複数の多層セラミック基板を取り出すための分割線上に複数の貫通孔が少なくとも生の多層集合基板を貫通するように設けられているので、焼結後の多層集合基板において、不所望な変形や歪み等を生じにくくすることができるばかりでなく、分割線に沿う分割を円滑に進めることができる。

【0150】そのため、多層集合基板の大面積化を図ることが可能となり、その結果、多層セラミック基板の生産効率を高めることができるとともに、分割工程において多層セラミック基板に割れや欠けが生じにくくすることができるので、多層セラミック基板の生産の歩留まりを向上させることができる。

【0151】また、分割後の多層セラミック基板の側面上には、分断された貫通孔を位置させた状態とすることができる。この側面上に位置する分断された貫通孔は、その内側に外部端子電極を形成するために有利に用いることができる。このような外部端子電極は、分断された貫通孔によって与えられる凹部内に位置されるので、その位置および幅に関して高い精度をもって形成されることができ、多層セラミック基板の小型化および配線の高密度化に有利に対応することができる。また、外部端子電極に対してめっきを施す場合、めっき膜の異常析出が生じても、隣り合う外部端子電極間で電氣的短絡がもたらされにくくすることができる。

【0152】また、前述したような良好な分割性を得られる効果は、多層セラミック基板にキャビティが設けられる場合、キャビティの部分で割れやすいため、より重要な意義を与え得るものである。

【0153】この発明の特徴となる貫通孔を、生の多層集合基板と収縮抑制層とが一体化された生の複合積層体を貫通する状態で設けるようにすれば、貫通孔を能率的に設けることができる。

【0154】また、生の多層集合基板が、得ようとする多層セラミック基板の外部端子電極となるべき導体を内部に配置しており、この導体は、貫通孔が設けられたとき、その一部が貫通孔の内面上に露出する状態とされ、焼結後の多層集合基板を分割することによって得られた複数の多層セラミック基板の側面上であって、分断された貫通孔の内面上に、導体の一部が外部端子電極を与え

るように外部に向かって露出するようにすれば、外部端子電極となるべき導体を、前述したような効果を発揮する凹部内に位置させることができるとともに、貫通孔を設ける意義を、良好な分割性を得るためだけでなく、外部端子電極を形成するためのものともすることができ、貫通孔の多機能化を図ることができる。しかも、外部端子電極の形成を能率的に行なうことができる。

【0155】上述の場合、導体が、生の多層集合基板の積層方向の一部においてのみ延びるように配置されていると、得られた多層セラミック基板をマザーボード上に実装するために用いられる半田の付与量を低減できるとともに、半田フィレットの高さを、導体の積層方向の寸法によって規定することができ、したがって、高周波用途向けられるとき、半田フィレットによって与えられるインダクタンス成分のばらつきを低減することができる。

【0156】また、貫通孔の内面に露出するように外部端子電極となるべき導体が設けられていると、多層集合基板の状態で、無電解めっきのような湿式めっきを施し、導体の表面にめっき膜を析出させることができ、外部端子電極にめっき膜を形成するための工程の能率化を図ることができる。

【0157】また、この発明において、生の複合積層体を作製するにあたって、分割線の位置に沿い、かつ少なくとも一方の収縮抑制層を厚み方向に貫通しながら生の多層集合基板の厚みの一部にまで届く深さをもって、生の複合積層体に切り込み溝を設けるようにすれば、焼成後において、多層集合基板を分割して複数の多層集合基板を得るための工程において、一層良好な分割性を与えることができる。

【0158】また、上述のような切り込み溝を設ける場合、これを設けるための工程を、生の複合積層体を得るための積層工程の途中で割り込ませる必要がないので、積層工程および切り込み溝の形成工程を能率的に進めることができる。

【0159】また、切り込み溝を設ける工程および貫通孔を設ける工程が、生の複合積層体を積層方向にプレスする工程の後に実施されると、生の多層集合基板に備えるセラミックグリーン層相互間、ならびに多層集合基板と収縮抑制層との間での密着性が高められた状態で、これら切り込み溝および貫通孔を設けることができるので、切り込み溝および貫通孔を適正な状態で確実に設けることができる。

【0160】また、この発明において、生の多層集合基板に備えるセラミックグリーン層が、ガラスまたは結晶化ガラスを含むとき、生の多層集合基板の比較的低温での焼結が可能となるので、収縮抑制層に含まれる無機材料粉末の選択の幅を広げることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1の実施形態による製造方法を実

施して多層セラミック基板を製造する途中の段階で得られる生の複合積層体11を一部破断して示す平面図である。

【図2】図1に示した生の複合積層体11の一部を拡大して示す断面図である。

【図3】図1に示した生の複合積層体11に対して貫通孔22が設けられた状態を示す平面図である。

【図4】図3に示した生の複合積層体11の一部を拡大して示す断面図である。

【図5】図3に示した生の複合積層体11に対して切り込み溝23を設けられた状態を示す平面図である。

【図6】図5に示した生の複合積層体11の一部を拡大して示す断面図である。

【図7】図5に示した多層集合基板15から得られた多層セラミック基板21を拡大して示す平面図である。

【図8】この発明の第2の実施形態を説明するための図5に相当する図である。

【図9】この発明の第3の実施形態を説明するための図5に相当する図である。

【図10】この発明の第4の実施形態を説明するための図5に相当する図である。

【図11】この発明の第5の実施形態を説明するための図5に相当する図である。

【図12】この発明の第6の実施形態を説明するための図5に相当する図である。

【図13】図12に示した生の複合積層体11の一部を拡大して示す断面図である。

【図14】この発明の第7の実施形態を説明するための*

* 図6に相当する図である。

【図15】この発明の第8の実施形態を説明するための図6に相当する図である。

【図16】比較例1において作製した生の複合積層体39を一部破断して示す平面図である。

【図17】図16に示した生の複合積層体39の一部を拡大して示す断面図である。

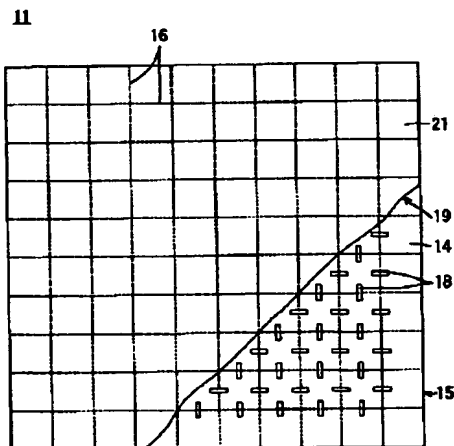
【図18】比較例2において作製した生の複合積層体46の一部を拡大して示す断面図である。

【図19】この発明にとって興味ある従来の生の複合積層体4の一部を拡大して示す断面図である。

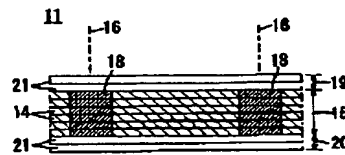
【符号の説明】

- 11 複合積層体
- 12 多層セラミック基板
- 13 セラミック層
- 14 セラミックグリーン層
- 15 多層集合基板
- 16 分割線
- 17 外部端子電極
- 18 導体
- 19、20 収縮抑制層
- 21 無機材料グリーンシート
- 22 貫通孔
- 23 切り込み溝
- 24 側面
- 25 キャビティ
- 26 キャビティ用貫通部

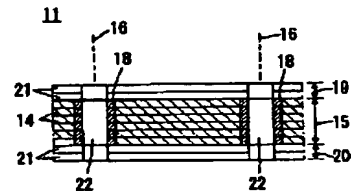
【図1】



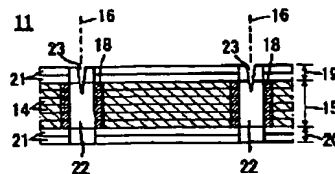
【図2】



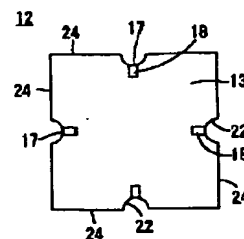
【図4】



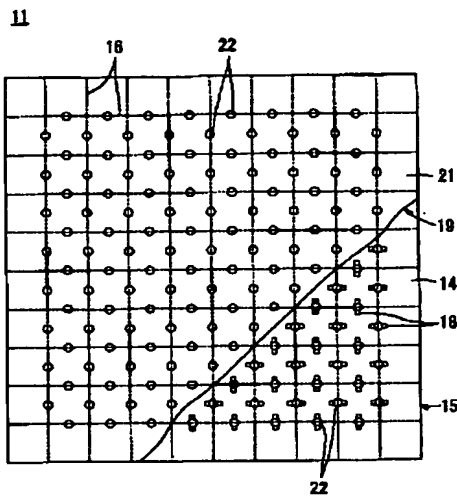
【図6】



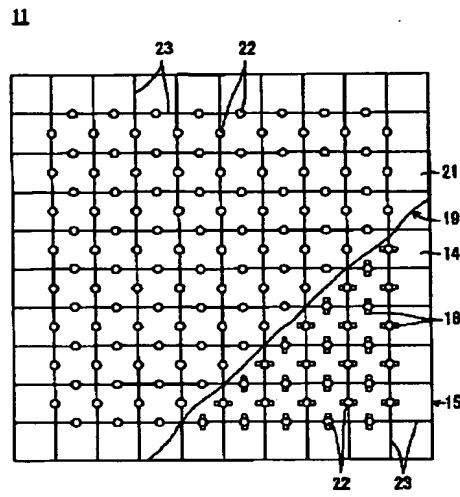
【図7】



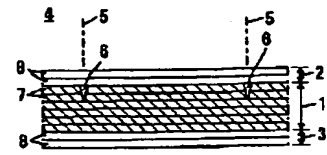
【図3】



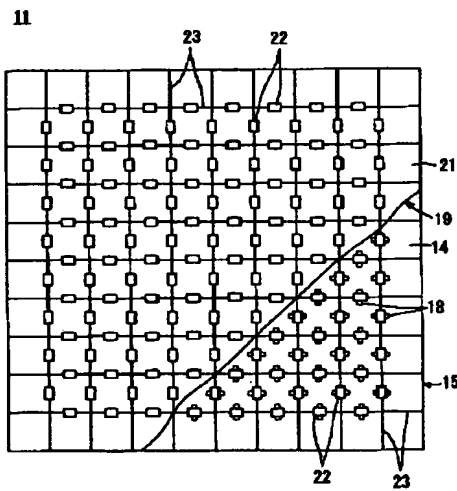
【図5】



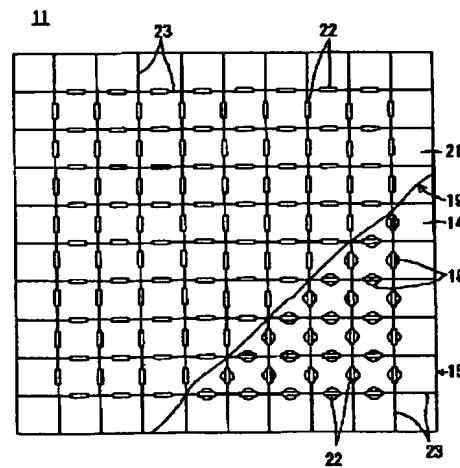
【図19】



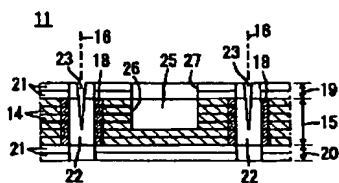
【図8】



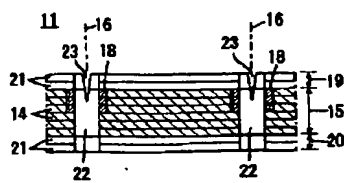
【図9】



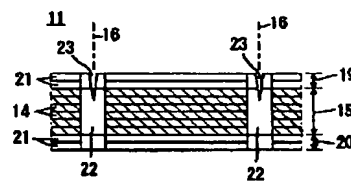
【図13】



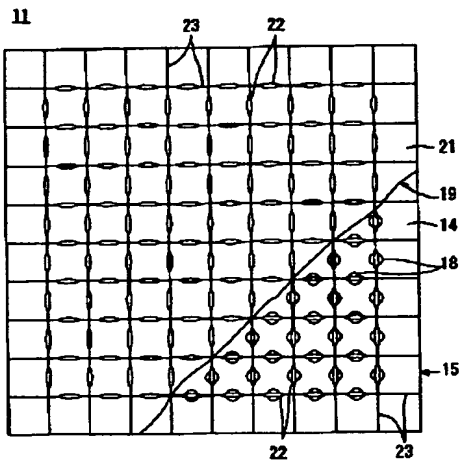
【図14】



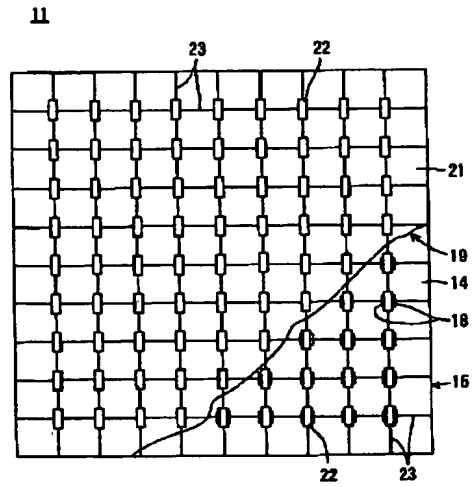
【図15】



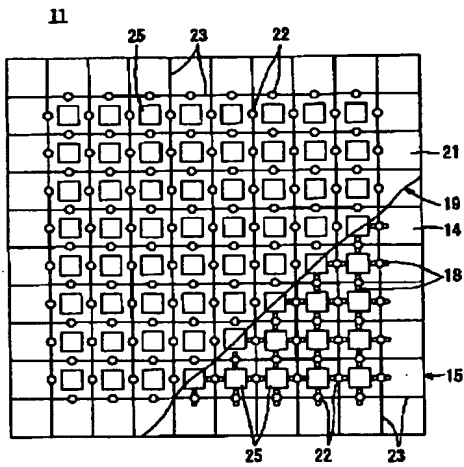
【図10】



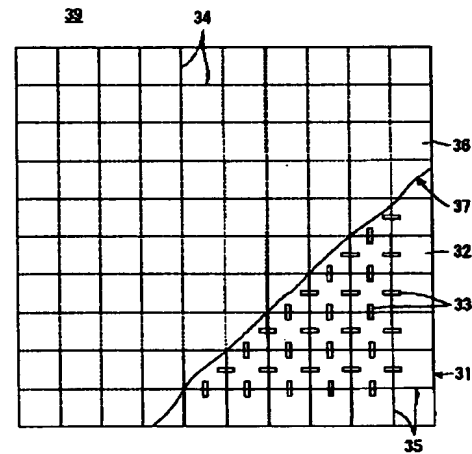
【図11】



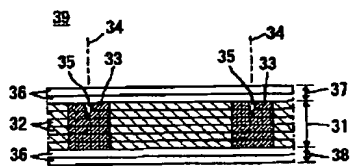
【図12】



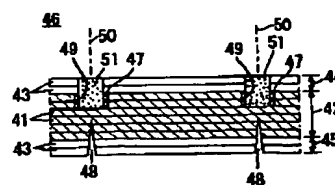
【図16】



【図17】



【図18】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

H05K 1/09
3/00

識別記号

F I

H05K 3/00
3/40

テマコード (参考)

X
D

3/40

B 2 8 B 11/00
H 0 1 L 23/12Z
D

Fターム(参考) 4E351 AA07 BB01 BB31 BB33 BB35
BB47 CC06 CC11 CC31 DD05
DD06 DD19 DD21 DD22 EE01
GG01 GG16
4G055 AA08 AC01 AC09 BA32 BA43
BA83 BB05 BB17
5E317 AA22 AA24 BB13 BB14 BB15
BB18 CC22 CC32 CC33 CD27
CD32 GG01 GG09 GG16
5E338 AA03 AA18 BB13 BB28 BB32
BB48 BB65 EE26 EE31
5E346 AA02 AA12 AA15 AA22 AA32
AA42 AA51 BB16 CC16 EE24
EE27 EE29 FF07 GG05 GG08
GG09 HH31